持续热应激对黄羽肉鸡生长性能、肉品质和血液指标的影响

钟 光[1,2,3] 施寿荣[1,3] 邵 丹[1,3] 胡 艳[1,3] 宋志刚[2] 童海兵[1,3*]

（1.中国农业科学院家禽研究所，扬州 225125；2.山东农业大学动物科技学院，泰安 271018；3.农业部饲料和饲料添加剂有效性试验机构（家禽所），扬州 225125）

摘 要：本试验旨在研究持续热应激对黄羽肉鸡生长性能、肉品质和血液指标的影响。选取 35 日龄的雄性黄羽肉鸡 192 只，随机分为常温组和持续热应激组，每组 8 个重复，每个重复 12 只鸡。常温组环境温度为 26 ℃，持续热应激组则给予 34 ℃的持续热应激，湿度为 55%左右，试验共 14 d。结果显示：与常温组相比，持续热应激显著降低了黄羽肉鸡的终末体重、平均日增重和平均日采食量（$P<0.05$），但没有显著影响肉品质指标（$P>0.05$）。热应激第 3 天，持续热应激组血清谷草转氨酶（AST）活性显著高于常温组（$P<0.05$）；热应激第 7 天，血清 AST、碱性磷酸酶（AKP）活性和体核温度显著高于常温组（$P<0.05$）；热应激第 14 天，血清胆碱酯酶（CHE）活性显著低于常温组（$P<0.05$），谷丙转氨酶（ALT）、AST、AKP、乳酸脱氢酶（LDH）和磷酸肌酸激酶（CPK）活性显著高于常温组（$P<0.05$）。综上所述，持续热应激会降低黄羽肉鸡的生长性能，提高反映肝功能损伤相关酶的活性，但未显著影响肉品质。

关键词：黄羽肉鸡；持续热应激；生长性能；肉品质；血液指标

中图分类号：S816 文献标识码：A 文章编号：

热应激是畜禽生产中极易发生的现象，会造成机体采食下降，降低生长性能，并使机体的肉品质和肌肉组成发生改变，造成肝脏损伤和免疫低下等，对畜禽生产和繁殖带来不利影响[1-3]。认清热应激损伤机理是缓解乃至解决热应激的前提。国内外学者已针对热应激对畜禽造成的影响开展了大量研究，Al Wakeel 等[4]研究表明，热应激能造成罗斯 308 肉鸡的体温升高，生长性能下降，肝脏受损，并发生免疫抑制。Dai 等[5]研究表明，循环热应激能够降低肉鸡的胸肌肉品质，改变肌肉的化学成分。钟光等[6]研究发现，循环热应激能升高黄羽肉鸡的体温和呼吸频率，降低生长性能。血液中某些指标会随着组织细胞机能和器官功能的变化而变化，因此常用血液的某些指标变化情况反映机体组织和器官的损伤情况。蒋守群等[7]研究表明，高温能够显著影响黄羽肉鸡的血液指标。黄羽肉鸡在我国南方广泛分布，其羽毛覆盖率高，养殖周期较长，且主要以农户地面散养为主，环境控制差，夏季极易产生热应激。然而，当前国内外的热应激研究主要以白羽肉鸡、罗斯 308 等商品肉鸡

收稿日期：2018-04-09

基金项目：江苏省农业三新工程项目（SXGC[2017]254）

作者简介：钟 光（1990-），男，山东诸城人，硕士研究生，动物营养与饲料科学专业。E-mail: 929479193@qq.com

*通信作者：童海兵，研究员，硕士生导师，E-mail: tonghb@163.com

为主，对黄羽肉鸡的研究较少，且不同试验采用的热应激模式不同，其研究结果并不能直接指导黄羽肉鸡的生产。鉴于此，本试验拟研究持续热应激对黄羽肉鸡生长性能、肉品质和血液指标的影响，旨在为黄羽肉鸡规模化养殖过程中缓解热应激的损伤提供思路和方法支持。

1 材料与方法

1.1 试验设计

试验用黄羽肉鸡购自扬州立华畜禽有限公司，选取体重相近、健康的 35 日龄雄性黄羽肉鸡 192 只，随机分为常温组（normal temperature group）和持续热应激组（persistent HS group），每组 8 个重复，每重复 12 只鸡。2 组均饲喂基础饲粮，常温组环境温度为 26 ℃，持续热应激组则给予 34 ℃的持续热应激。试验共持续 14 d，热应激第 3 天、第 7 天、第 14 天采集样品。基础饲粮按照我国《鸡饲养标准》（NY/T 33-2004）进行配制并制粒，基础饲粮组成及营养水平见表 1。

1.2 饲养管理

试验在中国农业科学院家禽研究所仪征试验基地开展，采用 3 层笼养，鸡笼的规格为 120 cm×80 cm×60 cm（长×宽×高），按照黄羽肉鸡饲养标准饲养，使用北京库蓝科技有限公司生产的动物营养与代谢环控仓进行试验。环控仓湿度为 55%左右。

表 1　基础饲粮组成及营养水平（风干基础）

Table 1　Composition and nutrient levels of the basal diet （air-dry basis）　%

项目 Items	含量 Content
原料 Ingredients	
玉米 Corn	62.30
豆粕 Soybean meal （43%）	26.53
玉米蛋白粉 Corn protein meal	5.00
大豆油 Soybean oil	2.20
石粉 Limestone	1.30
磷酸氢钙 $CaHPO_4$	1.14
DL-蛋氨酸 *DL*-Met	0.15
赖氨酸 Lys (65%)	0.42
氯化钠 NaCl	0.30
氯化胆碱 Choline chloride (50%)	0.30
金霉素 Aureomycin	0.10
微量元素 Microelements[1)]	0.20
多维 Vitamins[2)]	0.03
苏氨酸 Thr (98%)	0.03
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[3)]	
代谢能 ME/（MJ/kg）	12.63
粗蛋白质 CP	19.72
钙 Ca	0.91

有效磷 AP	0.39
赖氨酸 Lys	1.30
蛋氨酸 Met	0.47
半胱氨酸 Cys	0.31
苏氨酸 Thr	0.74
精氨酸 Arg	1.22

1) 微量元素可为每千克饲粮提供 The microelements provides the following per kg of the diet：Mn 12.13 mg，Fe 78.18 mg，Cu 9.26 mg，Zn 25.44 mg，Se 0.04 mg。

2) 多维可为每千克饲粮提供 The vitamins provides the following per kg of the diet：胡萝卜素 carotene 0.06 mg，VE 13.88 mg，VB_1 2.93 mg，VB_2 1.56 mg，烟酸 nicotinic acid 1.12 mg，VB_6 7.74 mg，叶酸 folic acid 0.32 mg，VB_{12} 0.15 mg。

3) 代谢能为计算值，其他营养水平均为测定值。Metabolizable energy is a calculated value, while the other nutrient levels are measured values.

1.3 采样指标和方法

热应激第 3 天、第 7 天、第 14 天，从每个重复中随机选取 2 只鸡，采集血液；统计整个试验阶段的生长性能，并测定胸肌肉品质。

1.3.1 体核温度

热应激第 3 天、第 7 天、第 14 天的 10:00—11:00，从每个重复中选取 2 只鸡，用动物直肠体温计（HRQ-S2009 型，郑州豪润奇电子科技有限公司）测定黄羽肉鸡的直肠温度，每只鸡测定 3 次，取平均值作为体核温度。

1.3.2 生长性能

每次喂料时称料重，试验开始和采样前统计每个重复的体重和余料重，计算整个试验阶段的平均日增重（ADG）、平均日采食量（ADFI）、料重比（F/G）和死淘率（mortality）。

1.3.3 血液指标

热应激第 3 天、第 7 天、第 14 天，从每个重复中随机选取 2 只鸡，翅下静脉采血并置于促凝管中，静置离心并分离血清。采用 UniCel DxC 800 Synchron 全自动生化分析仪（Beckman Coulter，美国）测定血清中谷丙转氨酶（ALT）、谷草转氨酶（AST）、碱性磷酸酶（AKP）、胆碱酯酶（CHE）、乳酸脱氢酶（LDH）和磷酸肌酸激酶（CPK）的活性，试剂盒购买自中山标佳生物科技有限公司。

1.3.4 肉品质

热应激第 14 天，从每个重复随机选取 2 只鸡，采集左侧胸肌并保存于 4 ℃，待测肉品质。

1.3.4.1 系水力

取屠宰后的新鲜胸肌样品 0.5 g 左右，用分析天平称重并记录，然后包裹外用稀纱布 1 层，上下各垫 18 层滤纸，用 YYW-2 型应变控制式无侧限压仪（盛克威科技有限公司，天津）加压到 35 kg，持续 5 min 后撤去压力，称压后重量，计算失水率，而后用概略养分分析法测定胸肌中的水分含量，

计算系水力，每个样品取 3 块肌肉测定，并取平均值作为样品的系水力。

失水率(%)=100×（压前重量-压后重量）/压前重量；

系水力=100×[1-（失水率/肌肉中水分含量）]。

1.3.4.2 肉色

取屠宰后的新鲜胸肌样品，用 CR-10 型色差仪（日产柯尼卡美能达控股公司，日本）测定亮度（L*）、红度（a*）和黄度值（b*），每个样品测定 3 次，分别取平均值作为样品的 L^*、a^*和 b^*值。

1.3.4.3 $pH_{24\ h}$

将屠宰后的新鲜胸肌样品放在 4 ℃环境下保存 24 h，而后从正中切开一个小口，用雷磁 PHS-2F 型数字 pH 计（仪电科学仪器股份有限公司，上海）测定胸肌的 pH，每个样品测定 3 次，取平均值作为肌肉的 $pH_{24\ h}$。

1.3.4.4 剪切力

取屠宰后的新鲜胸肌并沿纤维方向修成宽 1.0 cm、厚 0.5 cm 的长条状，用 C-LM2 型肌肉嫩度仪（北京朋利驰科技有限公司，北京）测定胸肌纤维的剪切力，每个样品剪取 3 块胸肌纤维测定，取平均值作为肌肉的剪切力。

1.4 数据分析

数据经 Excel 2013 进行统计和简单处理后，用 SPSS 20.0 软件的 Univariate 进行单因素方差分析，组间多重比较采用 Duncan 法进行分析，结果以平均值±标准差表示，P<0.05 表示显著差异，P<0.10 表示有限制差异趋势。

2 结果与分析

2.1 持续热应激对黄羽肉鸡体核温度的影响

由表 2 可知，热应激第 7 天，持续热应激组的体核温度显著高于常温组（P<0.05）。

表 2 持续热应激对黄羽肉鸡体核温度的影响

Table 2 Effects of persistent heat stress on rectal temperature of yellow-feathered broilers ℃

时间 Time	常温组 Normal temperature group	持续热应激组 Persistent HS group	*P* 值 *P*-value
第 3 天 Day 3	39.89±0.54	39.88±1.20	0.886
第 7 天 Day 7	39.66±0.58^b	40.95±1.02^a	<0.001
第 14 天 Day 14	40.94±0.41	40.73±0.38	0.468

同行数据肩标无字母表示差异不显著（P>0.05），肩标相邻小写字母表示差异显著（P<0.05）。下表同。

In the same row, values with no letter superscripts mean no significant difference (P>0.05), while with adjacent small letter superscripts mean significant difference (P<0.05). The same as below.

2.2 持续热应激对黄羽肉鸡生长性能的影响

由表 3 可知，持续热应激 14 d 后，持续热应激组的终末体重、平均日增重和平均日采食量显著低于常温组（$P<0.05$），料重比显著高于常温组（$P<0.05$）。

表 3　持续热应激对黄羽肉鸡生长性能的影响

Table 3　Effects of persistent heat stress on growth performance of yellow-feathered broilers

项目 Items	常温组 Normal temperature group	持续热应激组 Persistent HS group	P 值 P-value
初始体重 IBW/g	945.38±21.25	941.68±22.31	0.968
终末体重 FBW/g	1542.57±45.76^{a}	1307.16±34.58^{b}	<0.001
平均日增重 ADG/g	42.52±1.38^{a}	26.11±2.55^{b}	<0.001
平均日采食量 ADFI/g	105.47±3.40^{a}	83.16±5.26^{b}	<0.001
料重比 F/G	2.49±0.09^{b}	3.22±0.12^{a}	<0.001
死淘率 Mortality/%	0.00±0.00	0.00±0.00	

2.3 持续热应激对黄羽肉鸡肉品质的影响

由表 4 可知，持续热应激组胸肌的系水力和 a^*值有低于常温组的趋势（$P<0.10$）。

表 4　持续热应激对黄羽肉鸡肉品质的影响

Table 4　Effects of persistent heat stress on meat quality of yellow-feathered broilers

项目 Items	常温组 Normal temperature group	持续热应激组 Persistent HS group	P 值 P-value
系水力 Water-holding capacity/%	59.05±4.23	56.32±5.15	0.098
L^*值 L^* value	52.61±2.02	53.58±1.82	0.107
a^*值 a^* value	2.16±0.26	1.46±0.12	0.089
b^*值 b^* value	11.74±1.62	12.06±1.43	0.487
$pH_{24\ h}$	5.63±0.14	5.63±0.13	0.928
剪切力 Shear force/kg	2.17±0.22	2.21±0.25	0.616

2.4 持续热应激对黄羽肉鸡血液指标的影响

由表 5 可知，热应激第 3 天，持续热应激组血清谷草转氨酶活性显著高于常温组（$P<0.05$），乳酸脱氢酶活性有高于常温组的趋势（$P<0.10$），胆碱酯酶活性有低于常温组的趋势（$P<0.10$）；热应激第 7 天，持续热应激组血清谷草转氨酶和碱性磷酸酶活性显著高于常温组（$P<0.05$），乳酸脱氢酶活性有高于常温组的趋势（$P<0.10$）；热应激第 14 天，持续热应激组血清谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶、乳酸脱氢酶和磷酸肌酸激酶活性显著高于常温组（$P<0.05$），胆碱酯酶活性显著低于常温组（$P<0.05$）。

表 5　持续热应激对黄羽肉鸡血液指标的影响

Table 5　Effects of persistent heat stress on blood indexes of yellow-feathered broilers　U/L

时间 Time	指标 Indexes	常温组	持续热应激组	P 值 P-value

		Normal temperature group	Persistent HS group	
第 3 天 Day 3	谷丙转氨酶 ALT	1.54±0.29	1.51±0.38	0.912
	谷草转氨酶 AST	197.13±15.25[b]	211.28±12.86[a]	0.007
	碱性磷酸酶 AKP	1 504.00±86.43	1 493.54±64.28	0.866
	乳酸脱氢酶 LDH	813.17±24.86	1 012.71±37.02	0.060
	胆碱酯酶 CHE	4 126.12±51.48	3 837.96±44.57	0.070
	磷酸肌酸激酶 CPK	1 859.75±39.19	2 074.86±45.68	0.135
第 7 天 Day 7	谷丙转氨酶 ALT	1.67±0.75	1.83±0.82	0.531
	谷草转氨酶 AST	205.42±15.16[b]	223.81±14.96[a]	0.006
	碱性磷酸酶 AKP	956.46±38.65[b]	1 245.38±57.36[a]	0.015
	乳酸脱氢酶 LDH	597.57±24.36	713.22±34.99	0.053
	胆碱酯酶 CHE	3 739.50±74.19	3 708.25±69.88	0.858
	磷酸肌酸激酶 CPK	1 888.67±38.95	2 137.67±38.29	0.652
第 14 天 Day 14	谷丙转氨酶 ALT	1.54±0.53[b]	1.88±0.92[a]	0.029
	谷草转氨酶 AST	215.71±15.29[b]	252.67±19.58[a]	<0.001
	碱性磷酸酶 AKP	1 059.16±83.75[b]	1 137.64±74.95[a]	0.004
	乳酸脱氢酶 LDH	950.20±44.70[b]	1 656.42±47.88[a]	<0.001
	胆碱酯酶 CHE	4 108.83±94.75[a]	3 737.21±92.08[b]	0.026
	磷酸肌酸激酶 CPK	2 804.54±76.79[b]	3 461.20±69.52[a]	0.011

3 讨 论

3.1 持续热应激对黄羽肉鸡体核温度的影响

机体的直肠温度最接近真实的体核温度，通常以直肠温度反映机体的体温状况[8]。热应激发生时，机体会通过交感神经和下丘脑-垂体-肾上腺皮质(HPA)轴 2 条途径提高代谢水平，增加机体产热，而高热环境降低了机体的散热效率，因此造成体温升高[9]。袁娇等[10]认为，高温环境可引发机体产生生理性调节反应，以维持机体温度。温雅俐等[11]也证实，体表温度是机体适应环境的一种调节性生理反应，也是评价热应激的标志。Bohmanova 等[12]研究表明，热应激能使奶牛的直肠温度显著升高。本试验发现，热应激第 7 天，持续热应激组的体核温度显著高于常温组，其他时间点 2 组间未出现显著差异，这与前人的研究结果不太一致，作者认为出现这种现象的原因可能是黄羽肉鸡的抗性较高，机体能够在一定的时间内调节自身体温，而随着热应激的持续，机体的调节能力不足以满足环境造成的体温升高，造成持续热应激组第 7 天的体核温度显著高于常温组，而在热应激第 14 天，黄羽肉鸡可能逐步适应了热环境并建立了新的产热和散热平衡，因此持续热应激组体核温度与常温组相比未出现显著变化。

3.2 持续热应激对黄羽肉鸡生长性能的影响

采食是动物维持生存及生产所必需的生命活动，充足的采食量是动物生存和更好发挥生产潜力的必要保证。热应激发生后，机体的生理机能会发生改变，并随应激强度的加强，代谢发生紊乱，

造成机体体重下降甚至负增长，降低免疫功能，严重的导致死亡[13]。Deng 等[14]和 Mashaly 等[15]研究均表明，采食量下降是热应激降低生长性能的根源，并直接导致机体的体重、饲料利用率、产蛋量和蛋品质下降。Sohail 等[16]研究也表明，热应激能够显著降低 42 日龄肉仔鸡的体重和饲料利用效率，给生产带来不利影响。本试验结果表明，持续热应激使黄羽肉鸡的平均日增重、平均日采食量显著降低，料重比显著升高，说明持续热应激降低了黄羽肉鸡的生长速度和饲料利用效率。这与前人研究结果一致，表明持续热应激会降低黄羽肉鸡的生长性能。

3.3 持续热应激对黄羽肉鸡肉品质的影响

当前对肉品质的研究中，常用肉的嫩度、色泽、pH 和保水性来评判肉品质，而 pH 直接影响肉的色泽、系水力等肉质性状，它们之间相互关联。高温环境会对畜禽产生不良影响，导致肉鸡代谢紊乱，糖原酵解加速，乳酸蓄积，肌肉 pH 降低。杨书慧等[17]研究表明，热应激显著降低了肉鸡胸肌的 a^*值和相对重量，李军乔等[18]研究表明，高温升高了肉鸡胸肌 L^*值、滴水损失和剪切力，降低胸肌 a^*值。本试验结果显示，持续热应激对黄羽肉鸡胸肌肉品质无显著影响，仅仅是胸肌的系水力和 a^*值有下降的趋势，这表明，在本试验条件下，持续热应激并未显著影响黄羽肉鸡的肉品质，这与前人研究结果不一致，可能是因为试验动物不同所致，本试验选用的黄羽肉鸡可能对不良环境有较高的抗性，自我调节能力较强，热应激发生后，黄羽肉鸡能够在一定程度上抵抗这种不良环境，从而降低了持续热应激对肉品质的不良影响。

3.4 持续热应激对黄羽肉鸡血液指标的影响

血液指标常用来反映动物体内物质代谢和组织器官机能变化，并广泛应用于研究热应激对机体的影响[19]。研究中常用谷丙转氨酶、谷草转氨酶和碱性磷酸酶活性来反映肝脏功能情况。在正常情况下，肝细胞内此类酶仅因为细胞的不断更新而少量释放入血液[20]，只有当细胞受到损伤，细胞膜的通透性升高时，此类酶释放入血液的速度大大增高，血清中此类酶的活性才会明显升高。胆碱酯酶是分解兴奋性神经递质——乙酰胆碱的酶，磷酸肌酸激酶的活性则反映肌肉细胞的损伤情况。王晓霞等[19]研究表明，热应激会造成肝细胞损伤，使血液中谷丙转氨酶和碱性磷酸酶的活性提高。宋朦[21]研究表明，炎热环境下，蛋鸡血清中谷草转氨酶、谷丙转氨酶活性明显升高。本试验结果表明，热应激第 3 天，持续热应激组血清谷草转氨酶活性显著高于常温组；热应激第 7 天，持续热应激组血清谷草转氨酶和碱性磷酸酶活性显著高于常温组；热应激第 14 天，持续热应激组血清谷丙转氨酶、谷草转氨酶、碱性磷酸酶、乳酸脱氢酶和磷酸肌酸激酶活性均显著高于常温组，胆碱酯酶活性显著低于常温组。上述结果说明，在本试验条件下，持续热应激造成了黄羽肉鸡肝脏细胞的损伤，从而导致肝脏功能受损，血清中肝功能损伤酶类的活性增加，且随着持续热应激的时间延长，血清中此类酶的活性随之增加，反映出随热应激的持续，肝功能损伤的程度越来越大，且磷酸肌酸激酶

活性出现显著差异表明肌肉细胞也受到了热应激的一定损伤。这与前人研究结果相一致，表明持续热应激能提高血清中反映肝功能损伤的相关酶的活性。

4 结 论

持续热应激会降低黄羽肉鸡的生长性能，提高反映肝功能损伤相关酶的活性，但未显著影响肉品质。

参考文献：

[1] TOGHYANI M,TOGHYANI M,SHIVAZAD M,et al.Chromium supplementation can alleviate the negative effects of heat stress on growth performance,carcass traits,and meat lipid oxidation of broiler chicks without any adverse impacts on blood constituents[J].Biological Trace Element Research,2012,146(2):171–180.

[2] MITCHELL M A,CARLISLE A J.The effects of chronic exposure to elevated environmental temperature on intestinal morphology and nutrient absorption in the domestic fowl (Gallus domesticus)[J].Comparative Biochemistry and Physiology Part A:Comparative Physiology,1992,101(1):137–142.

[3] MCKEE S R,SAMS A R.The effect of seasonal heat stress on rigor development and the incidence of pale,exudative turkey meat[J].Poultry Science,1997,76(11):1616–1620.

[4] AL WAKEEL R A,SHUKRY M,ABDEL A A,et al.Alleviation by gamma amino butyric acid supplementation of chronic heat stress-induced degenerative changes in jejunum in commercial broiler chickens[J].Stress,2017,20(6):562–572.

[5] DAI S F,GAO F,XU X L,et al.Effects of dietary glutamine and gamma-aminobutyric acid on meat colour,pH,composition,and water-holding characteristic in broilers under cyclic heat stress[J].British Poultry Science,2012,53(4):471–481.

[6] 钟光,邵丹,施寿荣,等.循环热应激对黄羽肉鸡呼吸机能、生长性能和肝脏抗氧化功能的影响[J].动物营养学报,2018,30(3):947–952.

[7] 蒋守群,林映才,周桂莲,等.高温与高密度对黄羽肉鸡血液生化指标和免疫机能的影响[J].畜牧与兽医,2003,35(8):11–14.

[8] 汪秀荣,邵英杰.体温测量工具和部位的研究进展[J].医学信息,2013(24):658–659.

[9] 李士龙.热应激家禽的营养与饲养措施[J].当代畜牧,2013(11):24–26.

[10] 袁娇,刘建伟,李勇,等.富含γ-氨基丁酸米糠对夏季高温期肉鸡的生产性能、呼吸频率及直肠温度的影响[J].粮食与饲料工业,2014,12(1):50–53.

[11] 温雅俐,高民.热应激对奶牛体温和呼吸机能的影响[J].饲料工业,2011,32(23):55–60.

[12] BOHMANOVA J,MISZTAL I,COLE J B.Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress[J].Journal of Dairy Science,2007,90(4):1947–1956.

[13] 刘梅.急性热应激对肉仔鸡生长性能及脂肪代谢的影响[J].动物营养学报,2011,23(5):862–868.

[14] DENG W,DONG X F,TONG J M,et al.The probiotic Bacillus licheniformis ameliorates heat stress-induced impairment of egg production,gut morphology,and intestinal mucosal immunity in laying hens[J].Poultry Science,2012,91(3):575–582.

[15] MASHALY M M,HENDRICKS Ⅲ G L,KALAMA M A,et al.Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens[J].Poultry Science,2004,83(6):889–894.

[16] SOHAIL M U,HUME M E,BYRD J A,et al.Effect of supplementation of prebiotic mannan-oligosaccharides and probiotic mixture on growth performance of broilers subjected to chronic heat stress[J].Poultry Science,2012,91(9):2235–2240.

[17] 杨书慧,谭灵琳,周建,等.*L*-精氨酸对热应激肉鸡肌肉品质和抗氧化功能及能量代谢的影响[J].中国畜牧杂志,2014,50(19):37–41.

[18] 李军乔,王振旗,张敏红.热应激对肉仔鸡生产性能及肉品质的影响[J].饲料研究,2012(3):59–60.

[19] 王晓霞,滑静,何欣,等.微营养素对热应激期蛋鸡血液生化指标的影响[J].畜牧兽医杂志,2000,19(1):3–6.

[20] 周新,涂植光.临床生物化学和生物化学检验[M].3 版.北京:人民卫生出版社,2005.

[21] 宋朦.复方中药对蛋鸡冷热应激影响研究[D].硕士学位论文.长春:吉林农业大学,2016.

Effects of Persistent Heat Stress on Growth Performance, Meat Quality and Blood Indexes on Yellow-Feathered Broilers

ZHONG Guang[1,2,3] SHI Shourong[1,3] SHAO Dan[1,3] HU Yan[1,3] SONG Zhigang[2] TONG Haibing[1,3*]

(1. *Poultry Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Yangzhou* 225125, *China*; 2. *College of Animal Science and Technology, Shandong Agricultural University, Tai'an* 271018, *China*; 3. *Institute of Effective Evaluation of Feed and Feed Additive (Poultry Institute), Ministry of Agriculture, Yangzhou* 225125, *China*）

Abstract: This experiment was to study the effects of persistent heat stress on growth performance, meat quality and blood indexes of yellow-feathered broilers. One hundred and ninety-two 35-day-old male

*Corresponding author, professor, E-mail: tonghb@163.com (责任编辑 菅景颖)

yellow-feathered broilers were randomly divided into normal temperature group and persistent heat stress group with 8 replicates per group and 12 chicks per replicate. The environment temperature of normal temperature group was given26 ℃，while the persistent heat stress group was given 34 ℃ persistent heat stress, and the relative humidity all about 55%. The experiment lasted for 14 days. The results showed as follows: compared with the normal temperature group, persistent heat stress significantly reduced the final body weight, average daily gain and average daily feed intake (P<0.05), while no significant effects on muscle quality indexes (P>0.05). On the 3rd day of heat stress, the activity of serum aspartate aminotransferase (AST) of persistent heat stress group was significantly higher than that of normal temperature group (P<0.05); on the 7th day of heat stress, the serum AST and alkaline phosphatase (AKP) activities and rectal temperature of persistent heat stress group were significantly higher than those of normal temperature group (P<0.05); on the 14th day of heat stress, the activity of cholinesterase (CHE) of persistent heat stress group was significantly lower than that of normal temperature group (P<0.05), while the activities of serum alanine aminotransferase (ALT), AST, AKP, lactic dehydrogenase (LDH) and creatine phosphokinase (CPK) of persistent heat stress group were significantly higher than those of normal group (P<0.05). In summary, persistent heat stress can reduce growth performance, improve the activities of some enzymes that reflects liver function injury, however, there not exists significantly effects on meat quality of yellow-feathered broilers.

Key words: yellow-feathered broilers; persistent heat stress; growth performance; meat quality; blood indexes